Réaliser un projet autour d'une station sismologique

Sciences à l'École

Ce stage de formation a pour objectif de former des enseignants à l'utilisation de la station sismologique à vocation éducative installée dans l'établissement.

Programme

Lundi 12 décembre 2011

- **Installation physique du sismomètre et de la station d'acquisition**

Installation physique et configuration de la station sismo sur les réseaux, en présence des enseignants gestionnaires de la station, d'un technicien et d'un informaticien de l'établissement.

- **Ouverture du stage**

Accueil des participants, objectifs de la formation

- **En savoir plus sur les séismes**

Séisme, libération d'énergie, vibrations du sol et ondes sismiques, cycle sismique
Des modèles simples pour illustrer le phénomène sismique

- **Découvrir une station sismologique**

Visite de la station et présentation des composantes d'une station sismologique éducative
Brefs rappels sur les principes de sismométrie

Mardi 13 décembre 2011

- **A l'écoute sismique avec le sismomètre**

Suivre l'actualité sismique avec sa station, récupérer les données, les comparer avec d'autres stations (site web / catalogue / extraction donnée)

- **Exploiter les enregistrements**

Suivi de l'actualité sismique, localiser et cartographier un épicentre
Modéliser les phénomènes tectoniques et géologiques
Appréhender la structure du globe par la sismologie et les données enregistrées

Mercredi 14 décembre 2011

- **Face au risque sismique**

Modélisations et maquettes pour aborder effet de site, vulnérabilité des bâtiments
Réalisation d'une table vibrante simple …

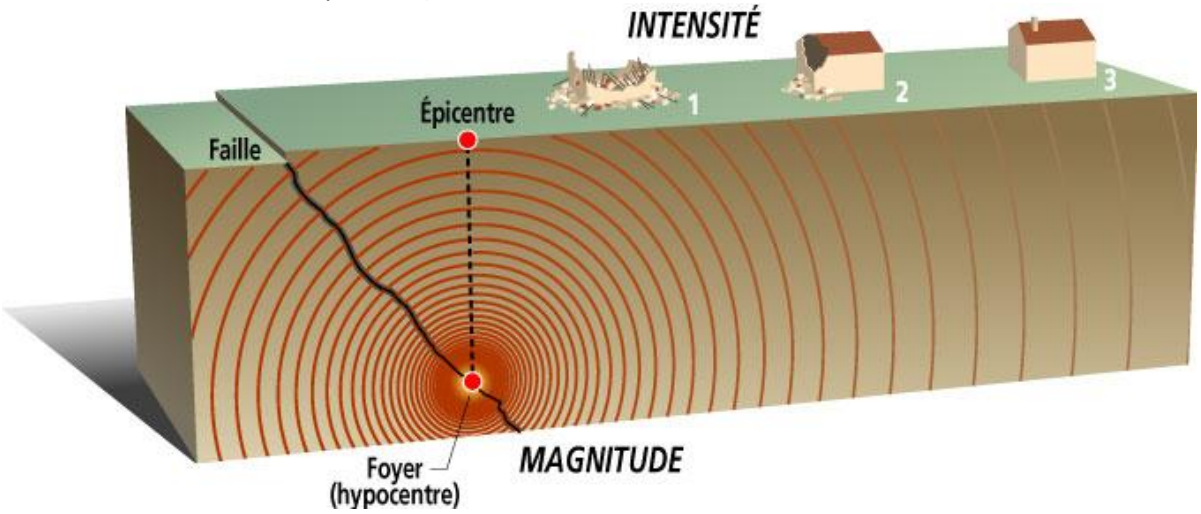
- **Vue d'ensemble du programme**

Utilisation du site web du programme
Mise en oeuvre d'activités en classe (enseignement, TPE, atelier scientifique …)

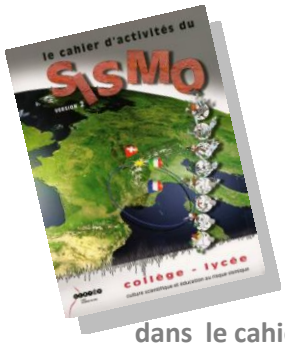
En savoir plus sur les séismes

>> Objectifs :
Se remettre en mémoire les principaux éléments d'un séisme

Une **source** (rupture au foyer), un **vecteur** (ondes sismiques), des **conséquences** (des vibrations notamment à l'épicentre)



Modélisations de la rupture au foyer et du cycle sismique :



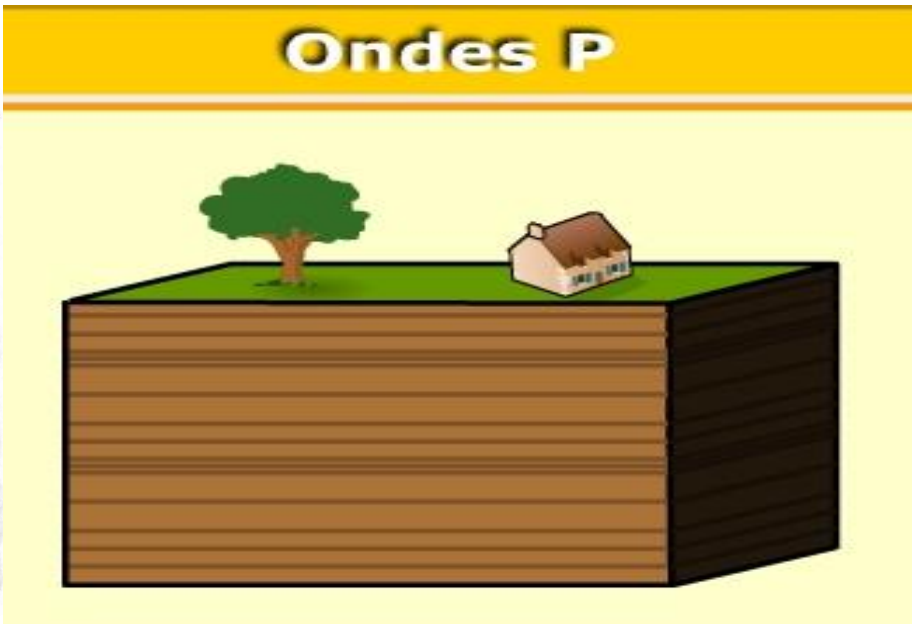
dans le cahier du sismo

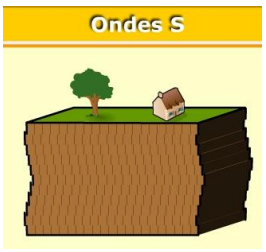
sismo_rupture

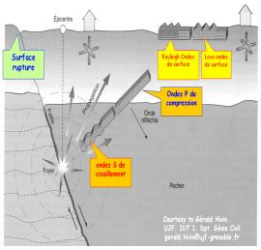
sismo_cycle

schémas :

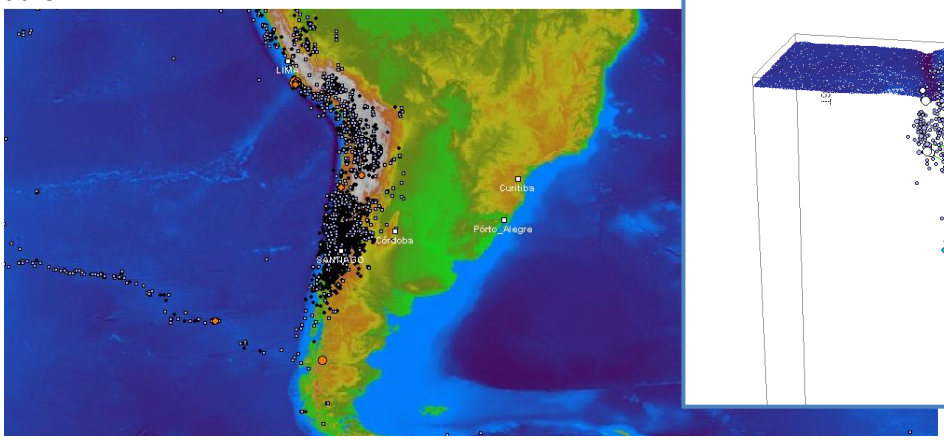
Quand la Terre tremble ou de la rupture aux ondes sismiques

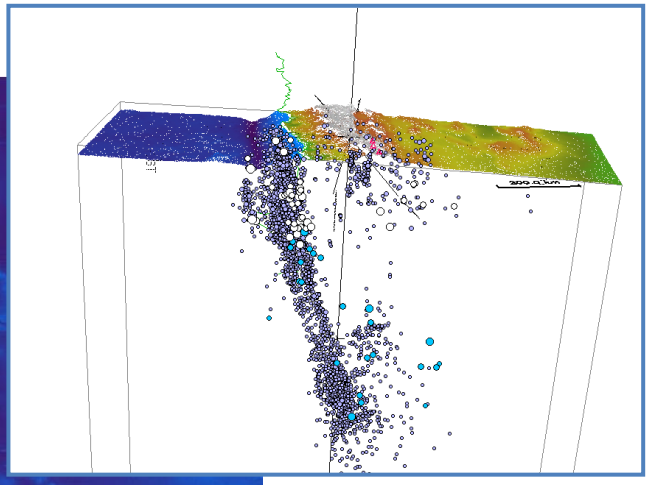


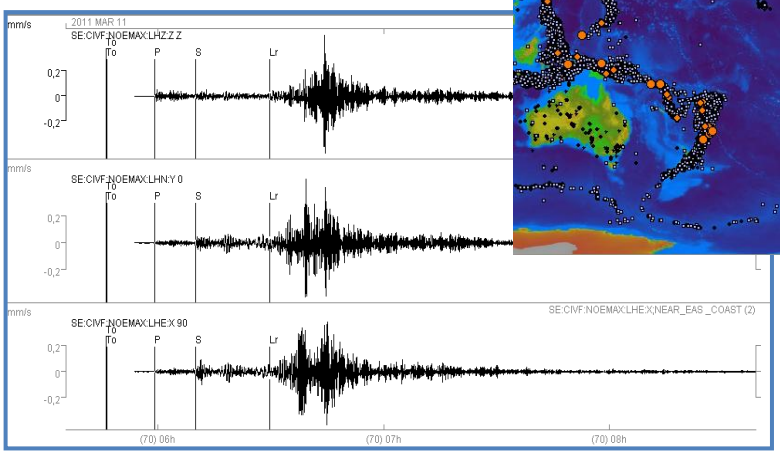


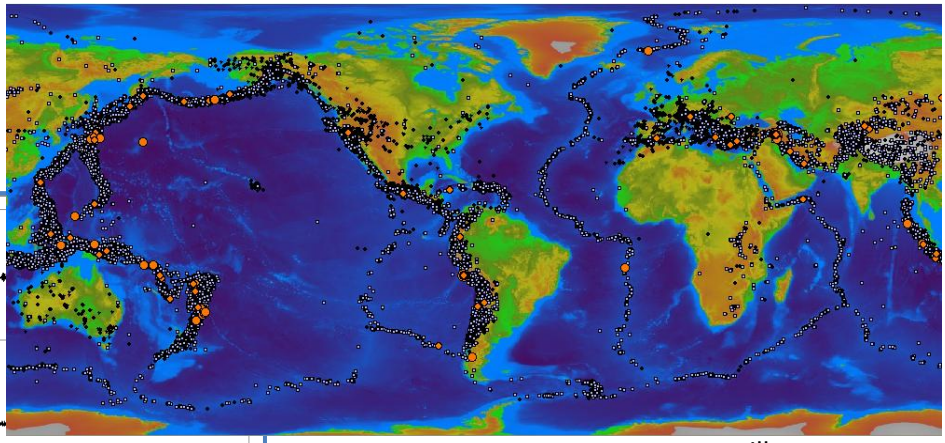


au Chili …









… et ailleurs

Station sismologique à vocation éducative

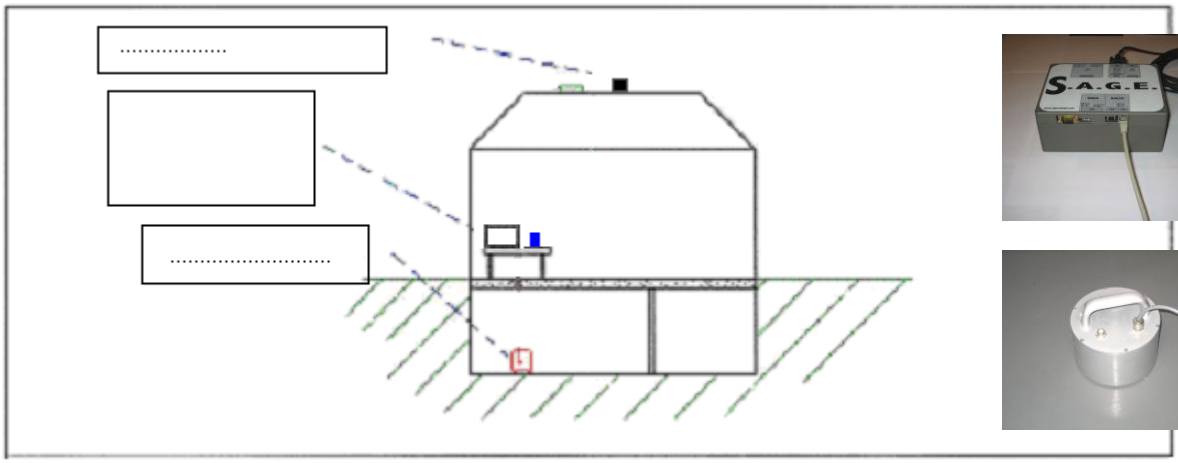
Découverte de la station

Objectifs :
> Maîtriser les différents éléments de la chaîne d'acquisition d'une station sismo
> Se connecter à l'Interface de Données Automatique d'une station du réseau

Inventaire des éléments disponibles pour l'installation de la station :

composant	**fonction**

Agencement de ces éléments et liaisons :



Notes :

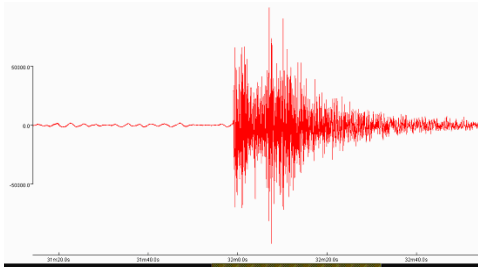
……

……

……

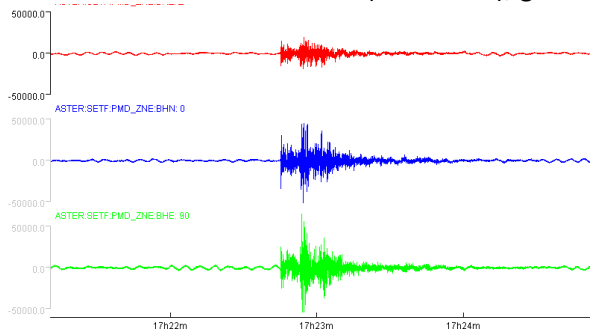
2eme temps : Brefs rappels des principes de sismométrie

>> Objectifs :
Comprendre comment le mouvement du sol lors d'un séisme est converti en sismogramme



1. Secousses telluriques et enregistrement du déplacement du sol

Pour décrire le mouvement du sol de façon complète, il faut trois sismomètres (ou trois capteurs) : un vertical et deux horizontaux (N-S et E-O), généralement placés dans le même boîtier.



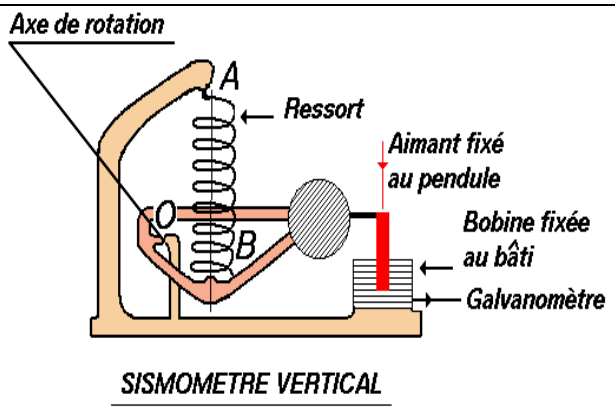
Z : composante verticale

N : composante horizontale N-S

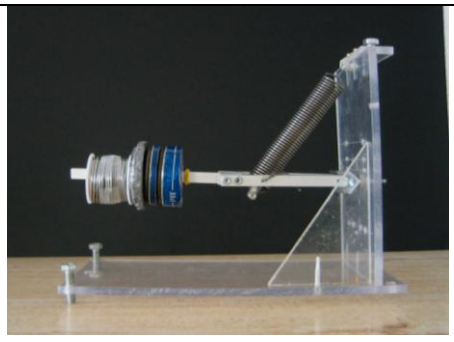
E : composante horizontale E-W

2. Les principaux composants d'un sismomètre

Un sismomètre est un détecteur de mouvement du sol. Actuellement, on utilise surtout des sismomètres électromagnétiques qui mesurent la vitesse de déplacement du sol. Il comprend un **capteur de déplacement du sol** (correspondant à la partie mécanique ci-dessus), un **transducteur** (bobine associée à un aimant) qui transforme les déplacements du sol en signaux électriques*, un **amplificateur** et un **enregistreur**.



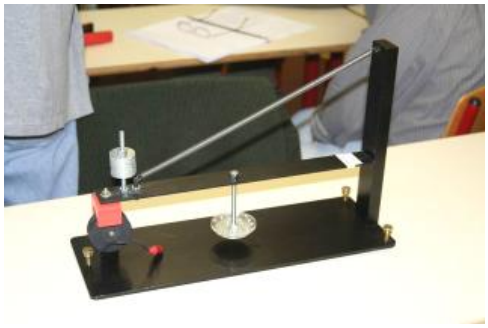
SISMOMETRE VERTICAL

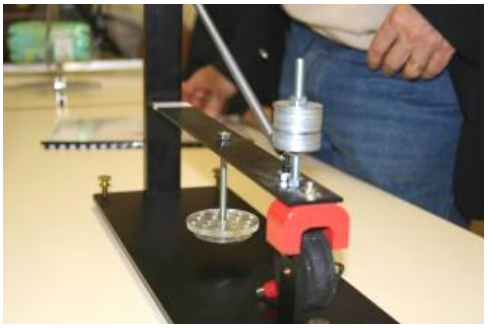


Lors d'un mouvement du sol, la barre horizontale oscille selon une période propre

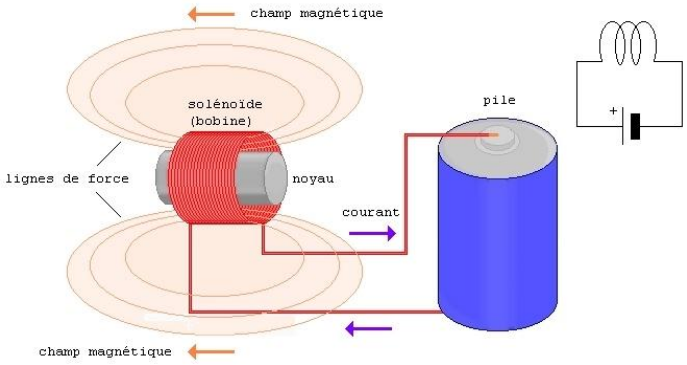
** La tension enregistrée (en volts) est proportionnelle à la vitesse du mouvement du sol*

L'enregistrement du mouvement est transcrit en tension par un dispositif 'aimant/bobine'





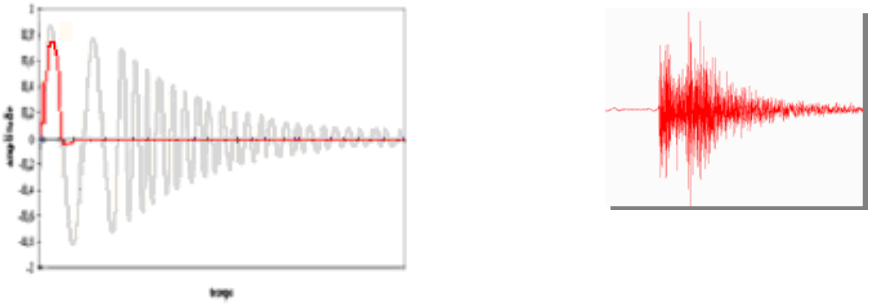
Si on fixe sur cette barre un dispositif 'aimant/bobine' alors chaque mouvement de la barre horizontale génère un courant électrique enregistrable.



3. De l'importance d'amortir le sismomètre

Un sismomètre comporte aussi un **système d'amortissement**. En effet en théorie, sans système d'amortissement, la masse pourrait osciller indéfiniment. Il faut donc l'amortir suffisamment pour que son mouvement traduise précisément les mouvements du sol.

Le sismologue règle l'amortissement du sismomètre de façon à obtenir un régime juste en dessous de l'amortissement critique.

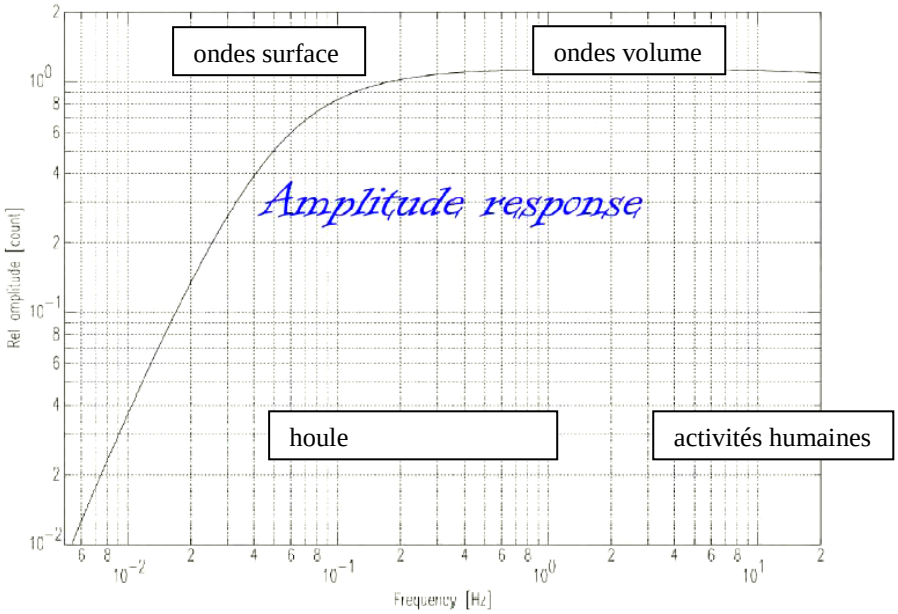


Oscillations d'un sismomètre avec amortissement

Pour amortir un sismomètre, on peut utiliser un liquide visqueux qui amortit d'autant plus le sismomètre que celui ci bouge.
Mais on utilise généralement un amortissement électromagnétique. (par exemple : par courant de Foucault). La plaque isolée est fixée au bras du sismomètre. Quand celui-ci oscille, la plaque animée d'une force, en traversant un champ magnétique génère un courant électrique qui aboutit à freiner l'oscillateur.

4. <u>La bande passante d'un sismomètre</u>

Un sismomètre est sensible donc au mouvement du sol mais, soumis à une excitation sinusoïdale (de fréquence donnée), le sismomètre a une réponse de la même forme.
L'amplitude de la réponse varie en fonction de la fréquence d'excitation (naturelle : mouvement du sol ou artificielle : générateur de basses fréquences).



la bande passante du capteur Noemax Agecodagis

5. <u>L'enregistrement du signal</u>

Sur un sismogramme, on lit des « counts » en ordonnée. Comment passer des 'counts', unités électroniques visibles sur les sismogrammes à la vitesse de mouvement du sol ?

<u>Que représentent ces counts ?</u>
Il faut tenir compte de la conversion de la vitesse de mouvement du sol (m/s) en tension (en V) qui dépend du système de transduction du capteur ; pour les Noemax, le constructeur donne

1 m/s donne 2 kV soit 0,5 mm/s pour 1V

Le numériseur, par construction, admet en entrée une tension de +/- 5 V au maximum et peut délivrer à la sortie 2^{24} counts ; cela veut donc dire qu'au maximum, en ordonnée une division représente $10/2^{24} = 596.10^{-9}$ V. Ainsi le constructeur donne, pour les stations Noemax, :

1 count = 596 nV

Pour combiner tout cela, si on voit sur l'enregistrement **a** counts,
cela veut dire que la vitesse est : $v = \mathbf{a}.596.10^{-9}/2000 = \mathbf{a}.298.10^{-12}$ m/s

Notes :

……

……

……

3ème temps : Visualisation d'une station sismologique à distance.

Objectifs :
> Se connecter à l'Interface de Données Automatique d'une station du réseau
> Extraire les données acquises et enregistrées par la station

La station avec son ordinateur constitue un serveur que l'on peut interroger à distance comme n'importe quel autre serveur soit par le réseau local de l'établissement (IP privée de la machine sismo), soit par l'Internet (IP publique de la station).

Exemple : connexion sur une station sismologique à vocation éducative
> Sur un poste informatique connecté au réseau d'établissement ou à l'Internet, choisir un navigateur web (ex : Internet Explorer, Mozilla Firefox …)

> Adresse pour vous connecter à une station
Saisir son adresse IP publique : (si la station est accessible par l'Internet)

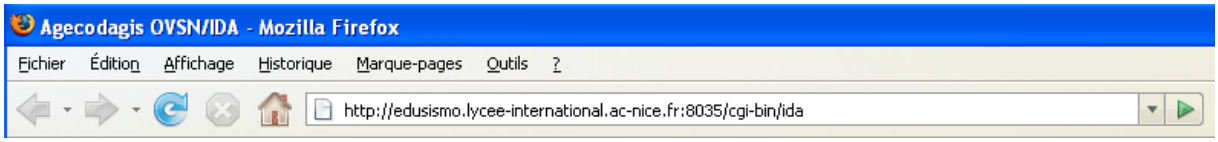
FRCO : http://75.62.107.122/ (Lycée la Pérouse – San Francisco)
ECMF : http://195.221.234.69/ (Echirolles / Grenoble)
LFCL : http://82.154.253.246 (Lycée Français Lisbonne – Portugal)
CIVF : http://81.252.110.49:8035 (Centre International de Valbonne)

ou saisir son alias (car très souvent le pare feu bloque les requêtes formulées sous la forme IP)

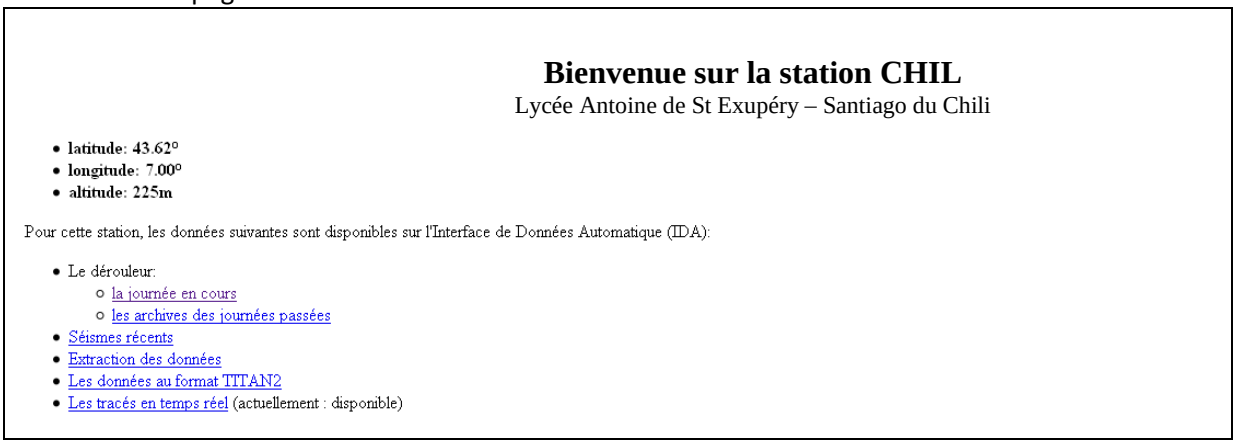
CANE : http://edusismo.clg-les-vallergues.ac-nice.fr:8035 (Cannes)
QTOE : http://www.condamine.k12.ec:90 (Lycée français de Quito)
HPAP : http://ccpsismos.dyndns.org (College Catts Pressoir – Port au prince - Haiti)

Ou se connecter en local si vous êtes raccordé au réseau de l'établissement :

CHIL : 192.168.51.244


Agecodagis OVSN/IDA - Mozilla Firefox
Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?
http://edusismo.lycee-international.ac-nice.fr:8035/cgi-bin/ida

Le menu de la page d'accueil d'une station choisie s'affiche :



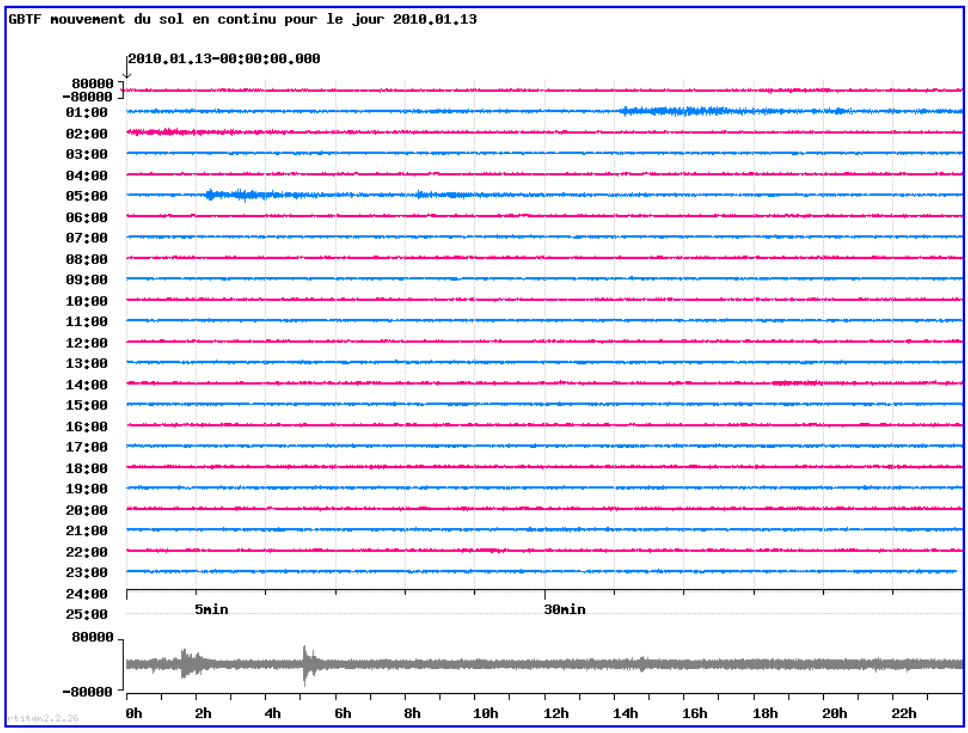
Bienvenue sur la station CHIL

Lycée Antoine de St Exupéry – Santiago du Chili

- **latitude**: 43.62°
- **longitude**: 7.00°
- **altitude**: 225m

Pour cette station, les données suivantes sont disponibles sur l'Interface de Données Automatique (IDA):

- Le dérouleur:
  - la journée en cours
  - les archives des journées passées
- Séismes récents
- Extraction des données
- Les données au format TITAN2
- Les tracés en temps réel (actuellement : disponible)

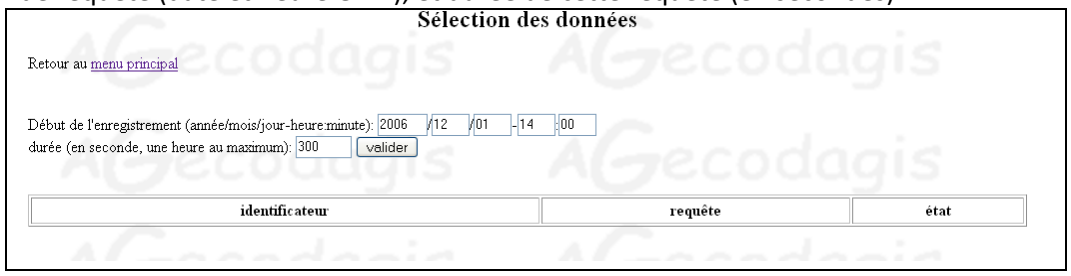


4ème temps : Extraire les données acquises par une méthode manuelle

Situation :
… Je viens d'apprendre qu'un séisme vient d'avoir lieu (dans l'heure, ou dans la nuit … dans les dix derniers jours !!), ou bien …je suis au courant d'une explosion, d'un tir de carrière à proximité de la station…ou alors …je cherche à récupérer le mouvement du sol relatif à cet évènement.

> dans le menu, choisir le module 'extraction des données'

> il me faut définir, évaluer la fenêtre de temps de ma requête à la station : date de début du fichier de requête (date et heure GMT), et durée de cette requête (en secondes)


Sélection des données
Retour au menu principal
Début de l'enregistrement (année/mois/jour-heure:minute): 2006 /12 /01 -14 :00
durée (en seconde, une heure au maximum): 300 valider
identificateur
requête
état

> réaliser une requête de données en renseignant la date de début des données souhaitées et la durée de la requête, puis valider.

La station ne renvoie pas tout de suite le résultat de la requête. Sa priorité étant de réaliser l'acquisition du mouvement du sol en continu, elle réalise la requête demandée entre deux acquisitions. Aussi le retour de la requête demande quelques minutes (en fonction de la durée demandée, des performances de l'ordinateur et du flux du débit Internet).

Exemple : date de début de la requête : …….. durée de la requête en minutes ……

Sélection des données

Retour au menu principal

Début de l'enregistrement (année/mois/jour-heure:minute): 2006 /11 /30 -19 :58
durée (en seconde, une heure au maximum): 480 valider

identificateur	requête	état

… retour de la station … 'en attente' …

identificateur	requête	état
EVT50		en attente

La station va confectionner un tracé de la vitesse de mouvement du sol conforme à votre demande. Cet 'évènement' sera appelé 'EVTnuméro'.

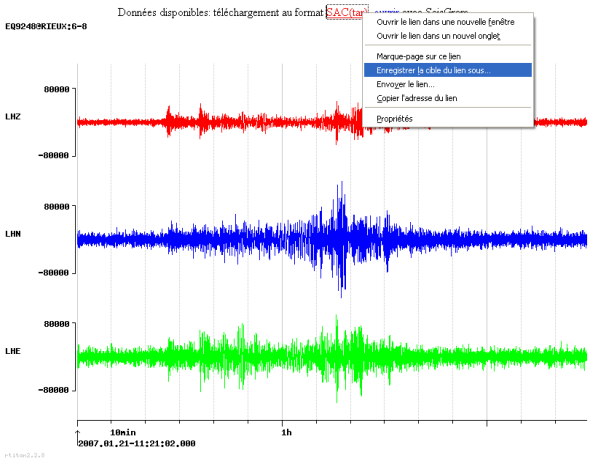
identificateur	requête	état
EVT50	2006.11.30-19.58,2006.11.30-20.06	disponible

Après quelques minutes, le résultat de la requête … l'évènement requis est prêt, disponible.

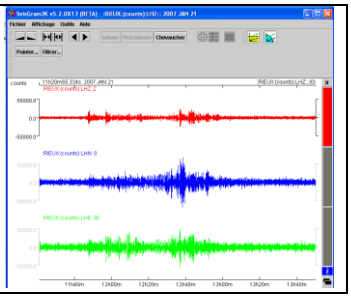
2007.01.21-11:27:42
lat=1.21°, lon=126.20° prof=10km, M=7.3

Retour au menu principal ou à la liste des événements, aide à la lecture des données

Données disponibles: téléchargement au format SAC(tar



Page de la requête avec une image des trois composantes (dans l'ordre Z, N et E), une échelle du temps en abscisse.. et le fichier numérique (sous une forme zippé) téléchargeable.

Une fois téléchargé, le fichier numérique zippé doit être décompressé puis ouvert avec 'SeisGram2K', que l'on aura préalablement et durablement installé sur les ordinateurs. (sur votre CD se trouvent Seisgram2K, programme d'installation pour windows, un environnement JAVA si nécessaire).	

Activités pour aller plus loin :
Provoquer au voisinage du capteur des secousses, noter l'heure et la durée de la perturbation.
Retrouver par extraction manuelle, le tracé obtenu sur le capteur dans cette fenêtre de temps.

5ème temps : l'extraction d'un sismogramme selon une procédure automatisée

Principe :
La station sismologique est connectée par Internet à des serveurs de données (si la station est correctement configurée sur les réseaux). Elle prend ainsi régulièrement des informations sur la sismicité répertoriée par les centres de recherche (ReNaSS, USGS, Sismalp, DISTER…). En fonction de la nature du séisme (puissance, distance épicentrale ..) la station décide de réaliser des extractions d'évènements correspondant à l'arrivée d'ondes sismiques relatives à tel ou tel séisme. Toutes les extractions réalisées automatiquement par la station se trouvent dans le module 'séismes récents'.

Séismes récents:

Retour au menu principal

Attention, le bulletin rapporté ci dessous ne tient pas compte des révisions apportées aux localisations par les organismes sismologiques.

Région	Date[AAAA.MM.JJ] Heure[hh:mm:ss]	Latitude [deg]	Longitude [deg]	Profondeur [km]	Magnitude
Northern Sumatera, Indonesia	2006.12.01-03:58:20	3.42	99.14	200	6.4
Pacific-Antarctic Ridge	2006.11.30-21:20:13	-53.95	-133.50	10	6.3
France	2006.11.30-19:55:47	44.48	6.84	1	2.0
Tonga Islands	2006.11.30-11:33:26	-21.32	-174.78	100	6.0
France	2006.11.30-11:03:30	44.81	6.76	3	2.0
Reykjanes Ridge	2006.11.29-15:38:44	53.69	-35.29	10	5.8
Near south coast of France	2006.11.29-10:57:57	43.68	7.39	5	1.8
Near south coast of France	2006.11.29-08:59:28	43.04	6.10	5	2.4
Northern Italy	2006.11.29-08:35:37	44.37	7.14	10	1.6
Halmahera, Indonesia	2006.11.29-01:32:18	2.65	128.37	60	6.2

> Il suffit alors de sélectionner l'extraction de son choix pour visualiser le mouvement du sol suivant les trois composantes et récupérer le fichier numérique au format SAC.

Attention : l'interface dépend du constructeur, celle ci peut changer (apparition / disparition de fonctionnalités, changement d'aspect …
Tous les jours la station fait l'objet de requêtes de la part du serveur central pour la récupération de données potentiellement enregistrées par l'établissement (séismes proches, séismes lointains mais puissants …)
On peut alors retrouver son enregistrement et le comparer avec des stations plus ou moins distantes, données accessibles sur le site du 'Sismos à l'Ecole' (http://www.edusismo.org)

Notes :

……

……

……

Exploiter les enregistrements

1er temps : Analyse de données avec Seisgram2K

>> Objectifs :

Saisir des informations à partir des enregistrements en vue de travailler sur le phénomène sismique, le risque sismique, la structure du globe.

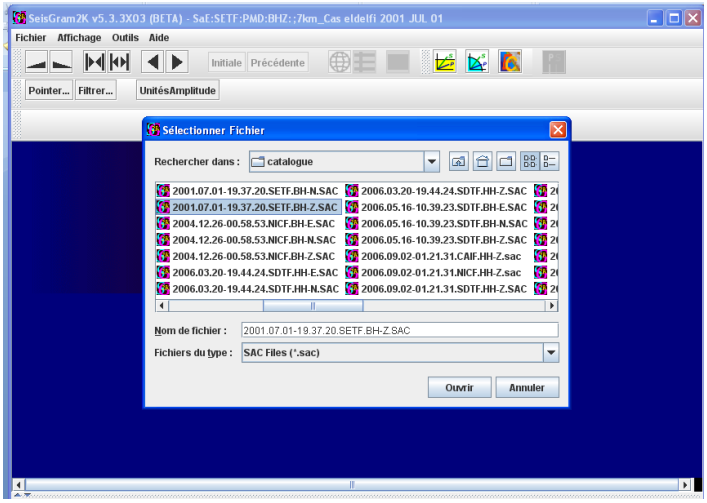
Les données enregistrées sur les stations sont au format .SAC, format commun en sismologie, permettant la lecture de ces fichiers par divers logiciels 'SeisGram2K' (voir clé USB ou directement sur le site www.edusismo.org)

Les exemples présentés ci-dessous et permettent de se familiariser avec les principales fonctionnalités du logiciel. Ce document complète l'aide accessible dans le menu du logiciel 'SeisGram2K'

<u>Premiers contacts</u>

Barcelonnette (Alpes du Sud) – 01.07.2001

> Ouvrir Seisgram2K depuis la clé USB puis > menu Fichier > ouvrir un fichier > répertoire catalogue > sélectionner le fichier relatif à la composante Z enregistrée à St Etienne de Tinée (SETF) pour un séisme qui s'est produit le 01.07.2001 aux alentours de Barcelonnette à 19h37m20s.



> On visualise l'aspect d'un sismogramme :

Repérer le bruit de fond, l'arrivée des trains d'onde, le retour au bruit de fond

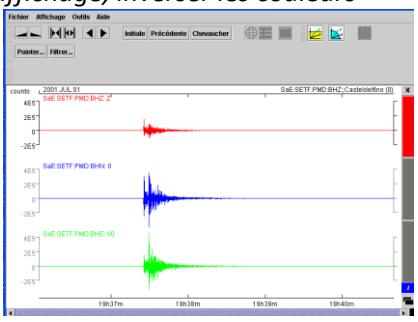
> On peut ouvrir les autres composantes de la station d'enregistrement pour le même séisme

On identifie les trois composantes du sismomètre :

Z : mouvement vertical du sol, N ou 0 : mouvement horizontal N-S, E ou 90 : mvt horizontal E-W

> On peut modifier le fond de l'affichage : fond noir, fond blanc

Menu affichage, inverser les couleurs

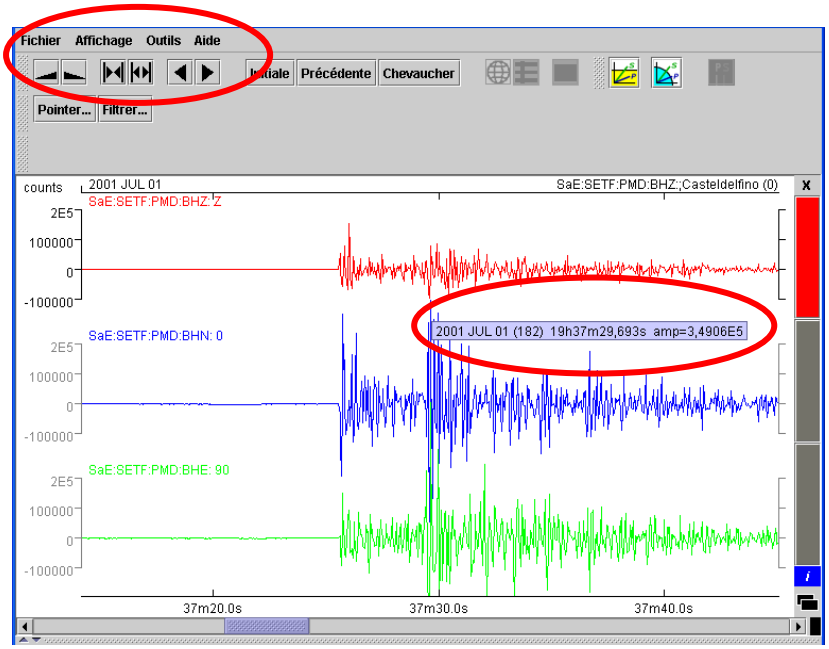


SaE : réseau SISMOS àl'Ecole
SETF : nom de code de la station
Z,N,E : composante
BH : échantillonage (50 Hz)
PMD : nom du sismomètre
Counts : unités électroniques proportionnelles à la vitesse du mouvement du sol
Casteldelfino : région de l'épicentre

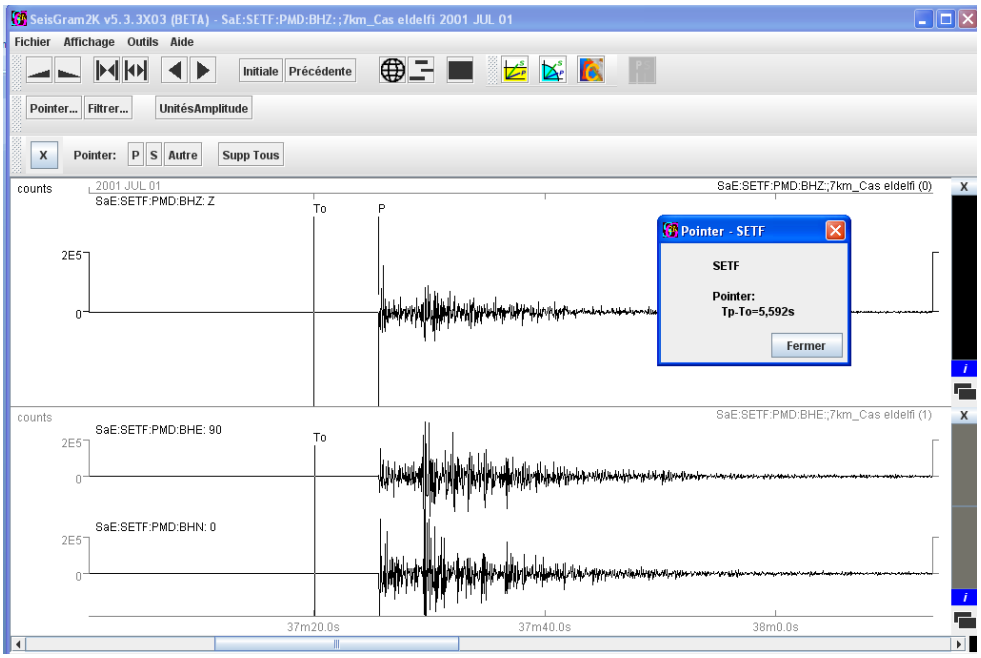
Les couleurs sont spécifiques des composantes

> On peut moduler les échelles de temps et d'amplitude :
Amplifier, diminuer l'échelle des temps, l'échelle amplitude à l'aide de la barre des icônes

> On peut afficher à l'aide du curseur les références temps et amplitude d'un point.
Positionner le curseur sur un point du tracé et affichage des références d'un point (date et amplitude)



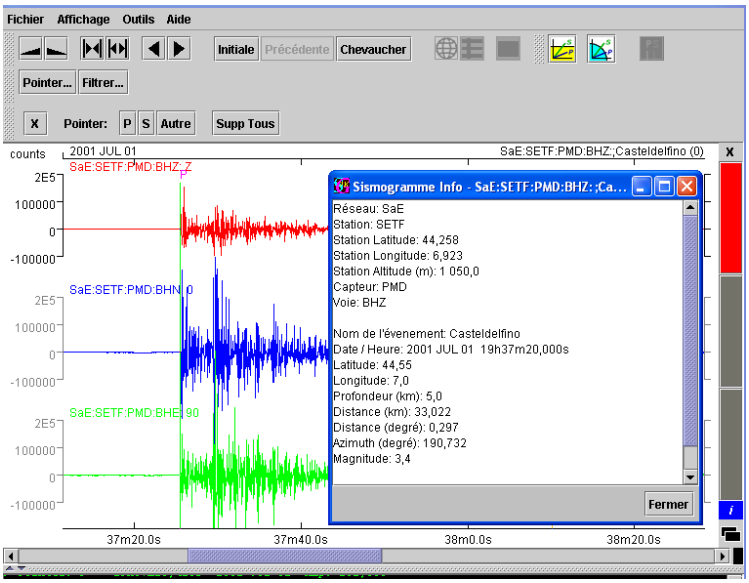
> On peut réaliser des pointés :
Activer le module 'pointer', pointer à l'aide du curseur l'arrivée des ondes P (bruit de fond et mouvement du sol du à l'arrivée des ondes) et valider en cliquant sur 'P'. Une fenêtre des messages indique tp-to c'est-à-dire le temps de trajet des premières ondes de la source à la station d'enregistrement.



> On peut traiter des données

Comparer tp (trouvé par le pointé) avec les références du séisme (to et distance épicentrale renseignés dans 'affichage / sismogramme info')

Dans le cas de séismes proches, en négligeant la courbure du rai sismique, on en déduit une vitesse des ondes P dans les zones superficielles du globe.

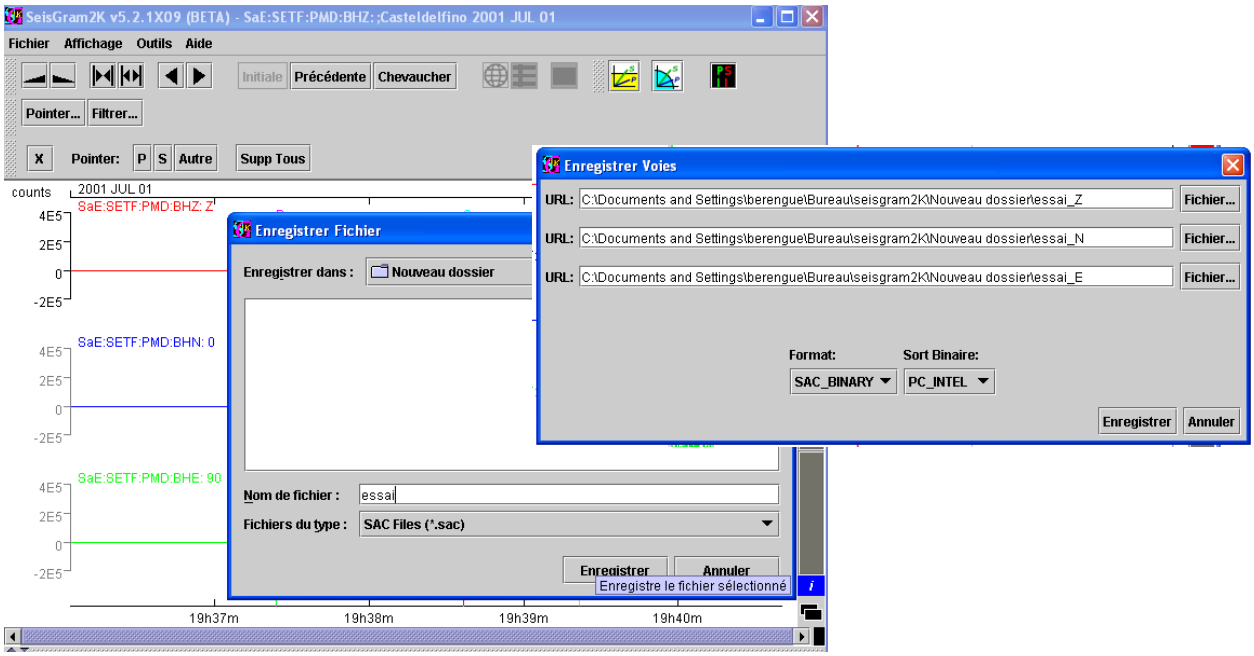


To = 19h 37min 20s	*Tp = 19h 37min 25s*	*tp-to = 5s*	*D = 33 km*
Vitesse des ondes les plus rapides (Vp) = 33 / 5 = 6,6 km/s			

> On peut sauvegarder le résultat de son traitement de données

Imprimer par les actions 'imprimer' ou' imprimer écran' du menu 'fichier',

Il est possible aussi d'enregistrer les fichiers sur le disque dur ('enregistrer actif sous…'), dans ce cas, les fichiers sont sauvegardés au format .SAC avec les pointé associés.



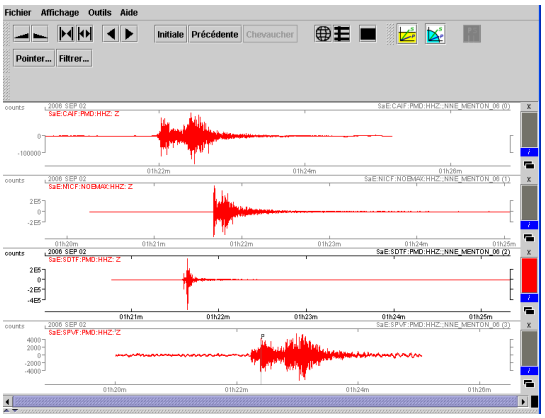
Attention, il faut sauvegarder chaque composante (Z, N, E) avec un nom spécifique.

Exploitation de séismes locaux :

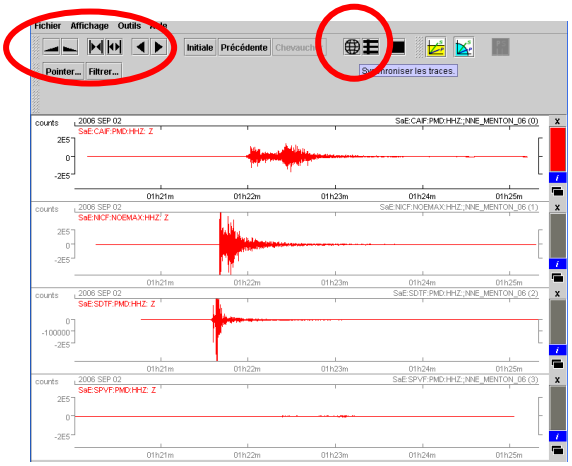
Pigna (Ligurie) – 02/09/2006

> On peut comparer des sismogrammes d'un évènement local/régional sur plusieurs stations

*Ouvrir les fichiers relatifs à cet évènement : ouverture des composantes Z enregistrées sur quatre stations plus ou moins distantes du séisme (2006.09.02-01.21.31.**STA**.HH-Z.sac)*



Attention lors de la comparaison de sismogrammes, il faut synchroniser les tracés et mettre les amplitudes à l'échelle – les temps d'arrivée deviennent comparables et l'atténuation des secousses avec la distance devient visible.



> Puisque l'on travaille sur les ondes de volume (P et S), nous pouvons filtrer les enregistrements pour éliminer le bruit de fond

Filtrer les tracés en utilisant une fenêtre comprise entre 1Hz et 2 Hz (fréquence des ondes de volume)

> On peut classer les stations en fonction des temps d'arrivée donc de la distance épicentrale :

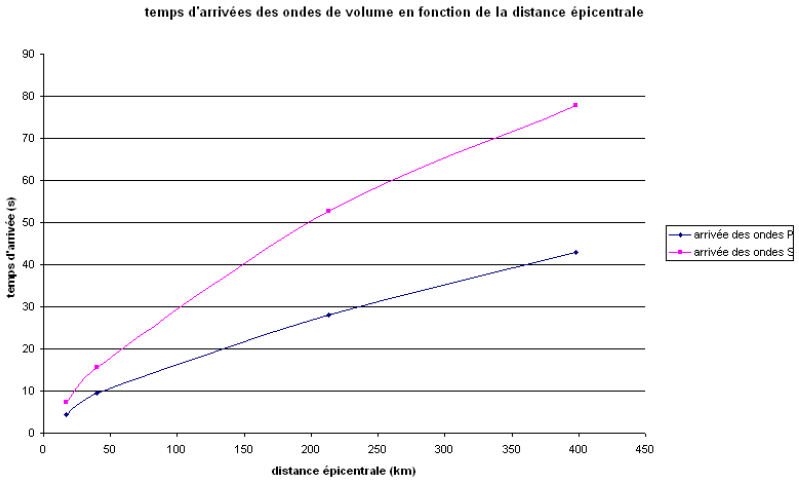
SDTF(Mercantour), NICF(Nice), CAIF(Marseille), SPVF(Sète)

> On collecte les pointés tp-to et distances respectives (voir dans 'sismogramme info')

To = 01h21m31s
SDTF > tp = 01h 21m 35,4s soit tp-to = 4,4 s pour D (vu dans sismogramme info) = 17 km
NICF > tp = 01h 21m 40,6s soit tp-to = 9,6 s pour D (vu dans sismogramme info) = 40 km
CAIF > tp = 01h 21m 59,1s soit tp-to = 28,1 s pour D (vu dans sismogramme info) = 213 km
SPVF > tp = 01h 22m 13,9s soit tp-to = 42,9 s pour D (vu dans sismogramme info) = 398 km

d'où la construction d'un graphique (hodochrone local)
Courbe des temps d'arrivée des ondes les plus rapides (P) en fonction du temps

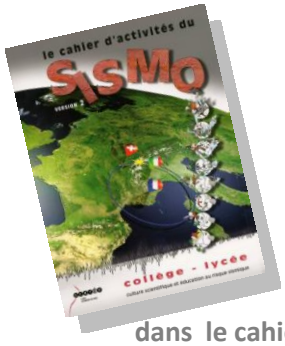
> Introduction des ondes S et même travail
Construction hodochrone avec courbe pour P et courbe pour S



On constate que le délai ts-tp et la durée du sismogramme sont révélateurs de la distance épicentrale. Les vitesses des ondes varient avec les zones traversées dans le globe.

2ème temps : Une occasion pour une modélisation …

Vitesse des ondes et densité des matériaux



dans le cahier du sismo

sismo_vitesse

sismo_tomo

> Modélisations à mettre en oeuvre
On va vérifier des hypothèses, à l'aide d'un protocole expérimental simple (voir 'cahier du sismo') sur l'influence de la densité et/ou de la température des matériaux sur la vitesse de propagation des ondes. Matériel nécessaire : microphones (cellules piézoélectriques), logiciel audacity sur clé USB, matériaux variés sous forme de barres.

3ème temps : Eloignons nous … retour aux données des téléséismes

La bande passante d'un sismomètre d'Ecole permet d'enregistrer les secousses telluriques venant d'une source très lointaine (téléséisme) à condition que ce séisme ait libéré une grande énergie (de forte magnitude). Les sismogrammes obtenus présentent des différences notables avec les tracés de séismes proches. Mais leur enregistrement peut permettre d'en retirer de précieuses informations sur la structure des zones profondes du globe.

Téléséisme aux antipodes

> On va rechercher un séisme lointain dans la base de données en ligne du 'Sismos à l'Ecole'. Et avec cet enregistrement, on va saisir de nouvelles informations.

Se connecter sur le site du 'Sismos à l'Ecole' > www.edusismo.org puis menu 'données sismiques' > puis sismogrammes sélectionnés par le réseau

On choisit une année. Et on recherche un séisme s'étant produit aux antipodes de la métropole (c'est-à-dire la Nouvelle Zélande par exemple). On découvre plusieurs enregistrements exploitables.

> Estimation du temps d'arrivée des ondes les plus rapides

Pointer l'arrivée des ondes puis 'sismogramme info' pour to. Le temps de propagation est de l'ordre d'une douzaine de minutes. En admettant que les ondes de volume sont venues chez nous en traversant le globe terrestre, cela nous ramène à une estimation simple de vitesse des ondes. En, comparant avec la vitesse des ondes ayant parcouru les zones superficielles du globe (cas d'un séisme proche), on peut tirer des enseignements sur la structure du globe.

3ème temps : de retour vers le local …

La Terre bouge … dans le Sud Est de la France

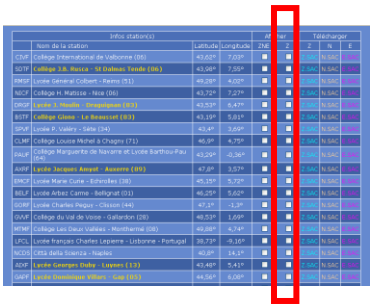
Le 3 août dernier, un évènement sismique a été fortement ressenti dans la région du Gard, un séisme de forte magnitude vers 03h36 (GMT).

> Recherche des données disponibles pour ce séisme dans la banque de données sélectionnées.

Accès au site edusismo (depuis votre clé USB !) > rubrique 'les données sismologiques' > rubrique 'sismogrammes sélectionnés par le réseau> faire une requête pour l'année 2011 > on accède à la liste des sismogrammes disponibles.

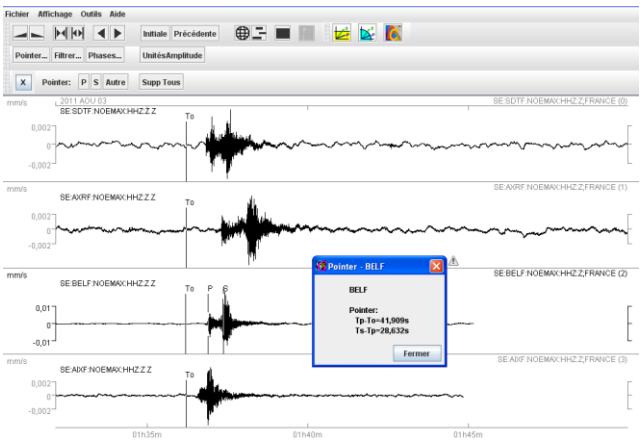
Le séisme recherché est labellisé dans cette liste. Il suffit alors d'ouvrir les fichiers (composante Z) de certaines stations et notre étude comparative peut débuter.

Date	Heure	Lieu	Réseau	Latitude	Longitude	Profondeur	Magnitude	Type	Sismos
28/10/2011	18:54:34	NEAR COAST OF CENTRAL PERU	CSE	-14,52°	-76,12°	27 km	7	Mw	
23/10/2011	10:41:22	EASTERN TURKEY	CSE	38,86°	43,48°	10 km	7,3	Mw	
15/09/2011	19:31:01	FIJI REGION	CSE	-21,44°	-179,29°	605 km	7,1	mb	
09/09/2011	19:41:34	VANCOUVER ISLAND, CANADA REGION	CSE	49,52°	-126,85°	20 km	6,4	Mw	
05/09/2011	17:55:11	NORTHERN SUMATRA, INDONESIA	CSE	2,91°	97,94°	95 km	6,6	Mw	
09/08/2011	05:16:51	DOMINICA REGION, LEEWARD ISLANDS	CSE	15,51°	-61,02°	33 km	4,5	mb	
03/08/2011	01:36:12	FRANCE	CSE	44,3°	4,36°	2 km	4,5	Ml	



En ligne, on peut à l'aide de SeisGram2K procéder à toute sorte d'analyse en direct.

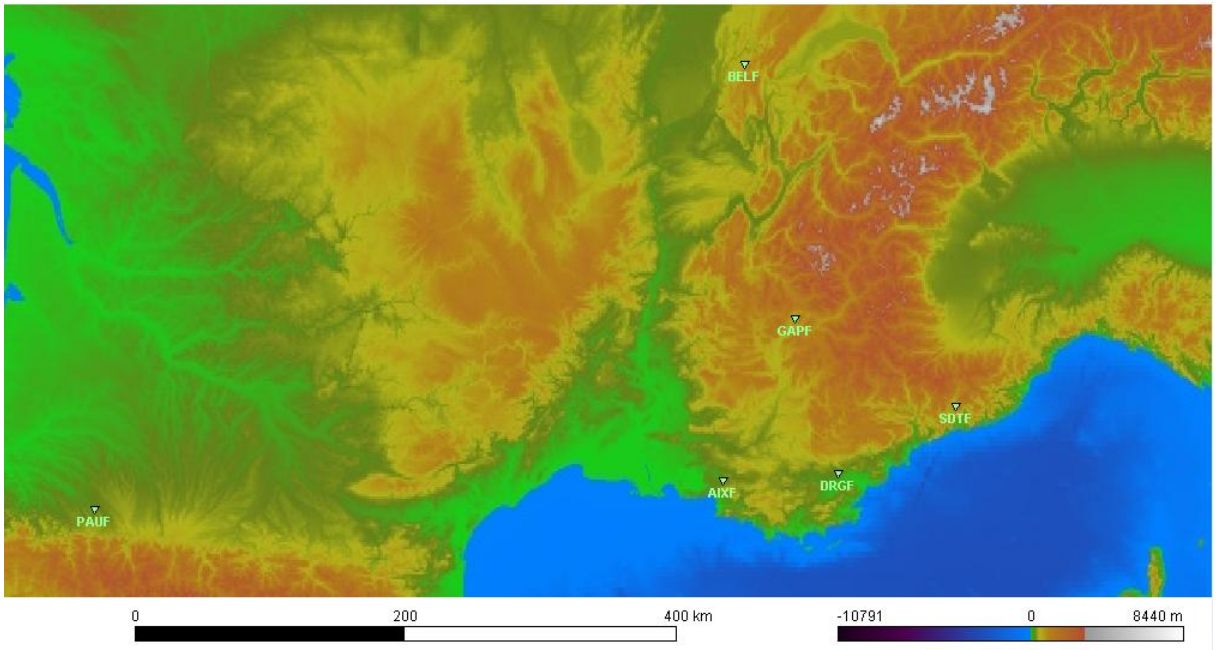
Commencer par synchroniser les tracés, on voit tout de suite la proximité relative des stations vis-à-vis de la source sismique, on peut effectuer les pointés tp-to, et éventuellement ts-tp pour chaque station (c'est si rapide !). Une impression des fichiers analysés constitue une bonne trace écrite de la production de l'élève).



Un mode d'emploi simplifié de SeisGram2K se trouve dans le 'cahier du sismo'.

Alors la tentation est grande de vouloir localiser sur une carte cet évènement sismique !!!
Chacun à sa manière… par la technique des médiatrices ou des cercles … sur une carte papier (> voir document ci dessous) ou en ligne (> accès à Educarte depuis votre clé USB), on arrive à localiser, à l'aide de méthodes différentes, la zone épicentrale de cet évènement sismique du 3 août 2011.

Carte réalisée avec Educarte



Notes :

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

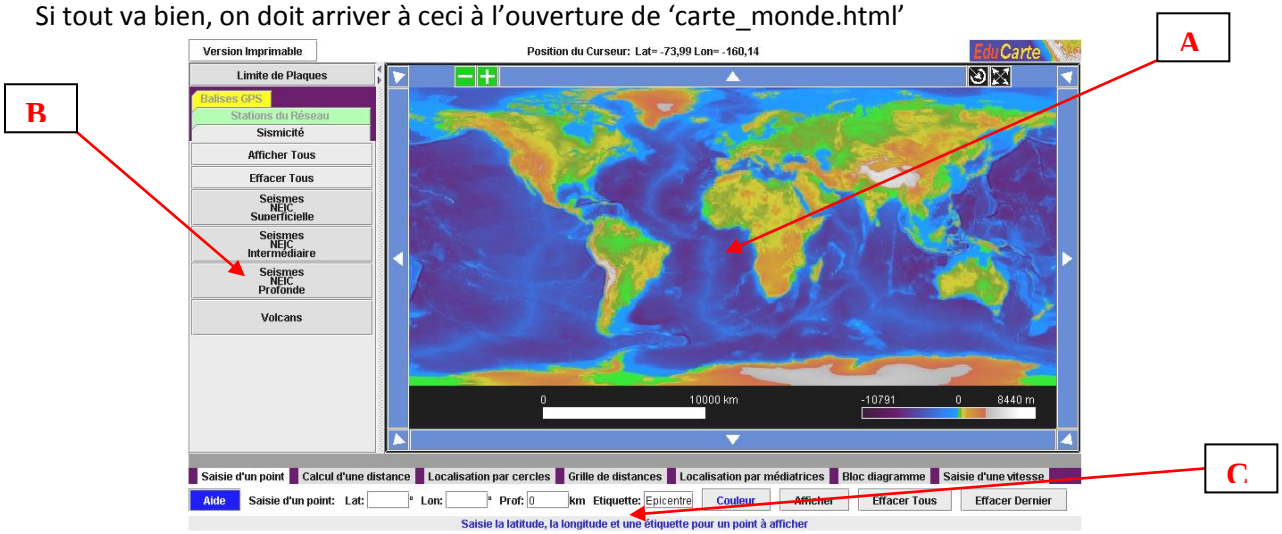
4ème temps : *A vous de jouer avec EduCarte …*

Objectifs :
> Découvrir 'EduCarte', un Système d'Information Géographique dédié aux géosciences
> Cartographier la localisation d'épicentres de séismes locaux
> Cartographier la sismicité et la mettre en relation avec la dynamique du globe
> Personnaliser 'EduCarte' (données nouvelles, interface modifiable) pour des études de cas

Il est préférable d'installer 'EduCarte' sur l'ordinateur de travail. (rapidité, stabilité). Sinon Educarte tourne depuis votre clé USB

ATTENTION : Si votre ordinateur n'a pas d'environnement java' ce qui est le cas sur certains ordinateurs anciens, la page 'carte_monde.html' ne s'ouvre pas !!
Alors, dans ce cas, il vous faut installer sur votre PC 'un environnement java' (Java Run Environnement). Le programme d'installation pour l'environnement java' se trouve sur le CD aussi.

Si tout va bien, on doit arriver à ceci à l'ouverture de 'carte_monde.html'



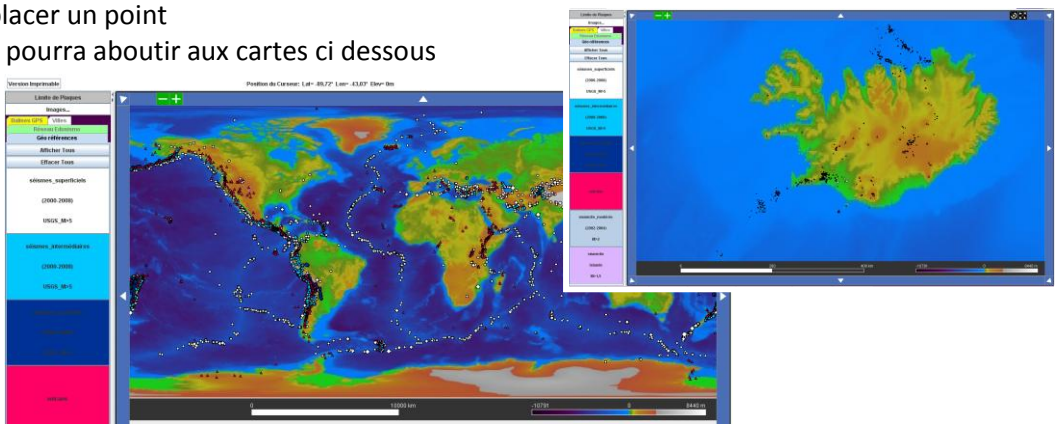
On y trouve plusieurs zones aux fonctionnalités diverses :

A - Une zone d'affichage des données (cartes, données, topographie, bathymétrie …)
B - Une zone de boutons d'items : balises GPS, stations du réseau, sismicité, volcans
C - Une zone d'onglets : outils pour la mesure, le calcul, le bloc diagramme ..

> Propositions de navigation pour découvrir les fonctions principales d' 'Educarte'

. afficher des données de sismicité et de volcanisme
. zoomer sur une région (Islande, Andes, ou notre région)
. recentrer régulièrement votre carte lors des différents zooms
. porter attention aux nouveaux boutons d'items qui apparaissent lors des différents zooms
. activer les données sismiques, villes, stations et/ou GPS supplémentaires qui apparaissent
. afficher quelques stations du réseau, quelques balises GPS
. placer un point

On pourra aboutir aux cartes ci dessous



Cartographier la localisation d'épicentres de séismes

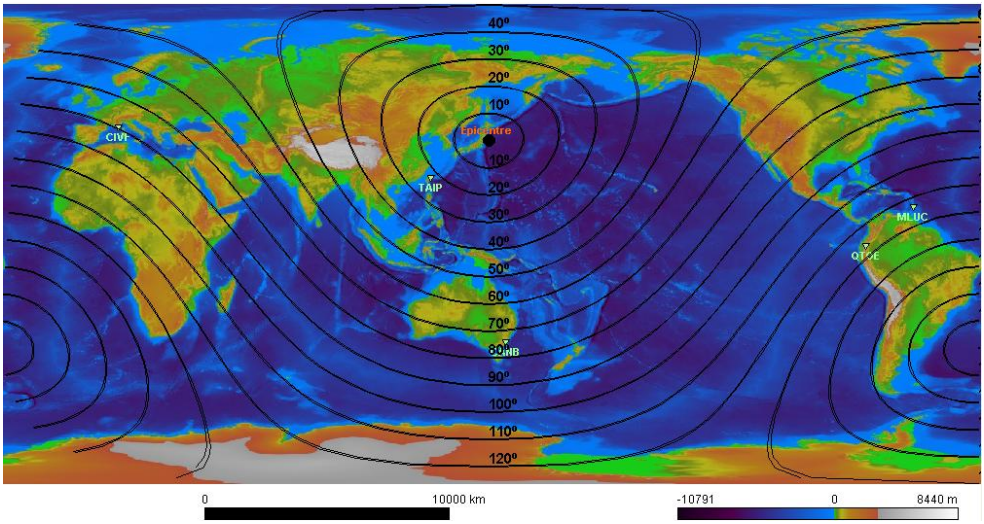
> Utilisation des fonctions : 'calcul des distances' et 'grilles des distances'

. Une station sismologique (ex : CIVF) a enregistré un téléséisme (*ex : Japon 11/03/2011 - Lat= 38,3° - Lon=142,5° prof = 22 km / Mw = 8,9)*

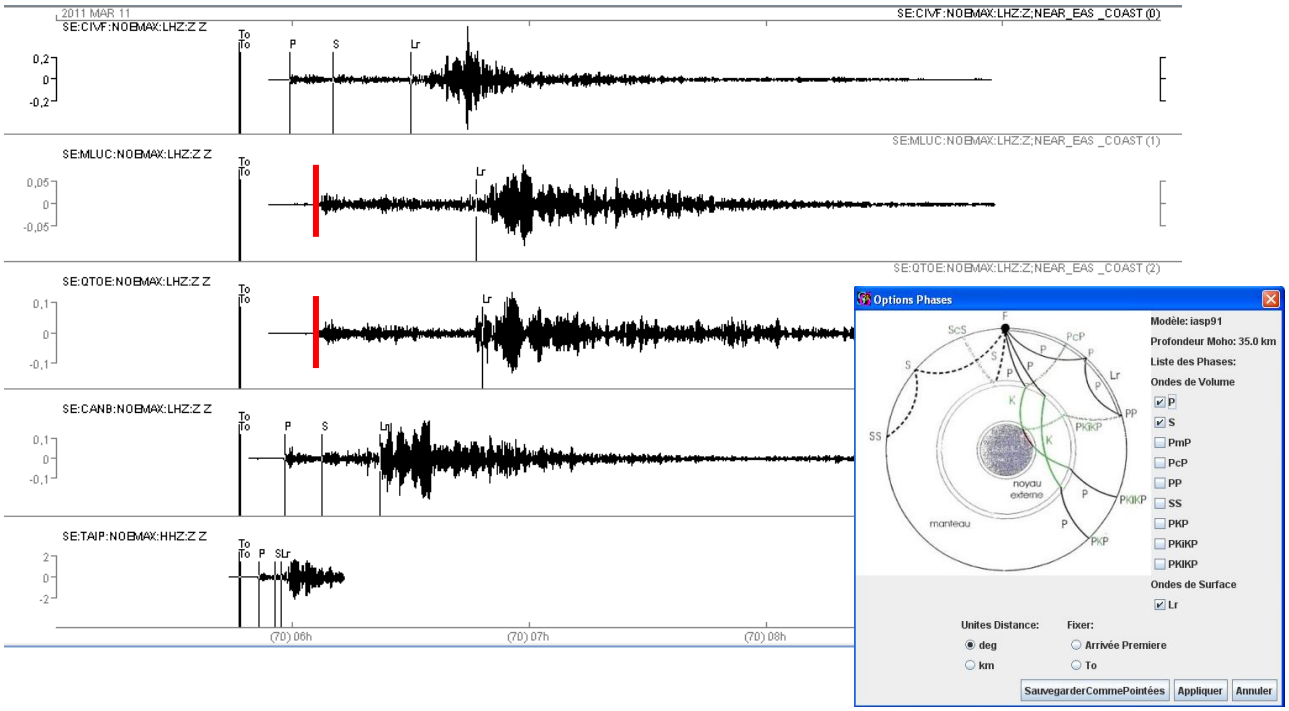
. Positionner le séisme sur 'EduCarte' (saisie d'un point), afficher la station (station du réseau),

. Evaluer la distance épicentrale par les outils 'calcul d'une distance' ou 'grille des distances'

. On peut voir rapidement la distance épicentrale qui séparent le séisme d'autres stations dans le monde (ex : QTOE, CANB, TAIP, MLUC).



Un travail sur la zone d'ombre est alors possible par l'étude des tracés enregistrés sur ces différentes stations. On télécharge les tracés de ce séisme dans la liste des données sélectionnées par le réseau (année 2011) pour les stations TAIP, CANB, CIVF, MLUC, QTOE. On active le modèle des phases théoriques et on constate que certaines stations ne reçoivent pas d'ondes directes comme QTOE et MLUC (à mettre en relation avec leur localisation par rapport à la source sismique). Le modèle nous indique que les ondes parvenues à ces stations sont des PKIKP, le trajet des ondes P a été perturbé par la présence du noyau terrestre donc mise en évidence de discontinuités.



Mettre en relation la sismicité avec la dynamique du globe

> Utilisation des fonctions : 'bloc diagramme' et 'saisie des vitesses'

. La répartition des foyers sismiques et des volcans n'est pas uniforme

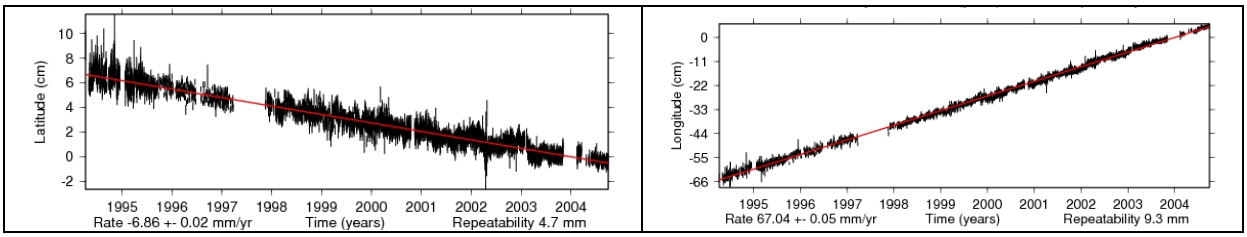
→ Sur la carte mondiale, afficher sismicité et volcanisme puis 'limites des plaques'

. L'étude des données de balises GPS permet d'évaluer la vitesse de mobilité de la lithosphère

→ Afficher des balises de votre choix (proposition EISL, IQQE et BRAZ en Amérique du Sud), cliquez sur ces balises, évaluer leur déplacement depuis leur installation. (chaque balise est un lien vers une base de données de la NASA)

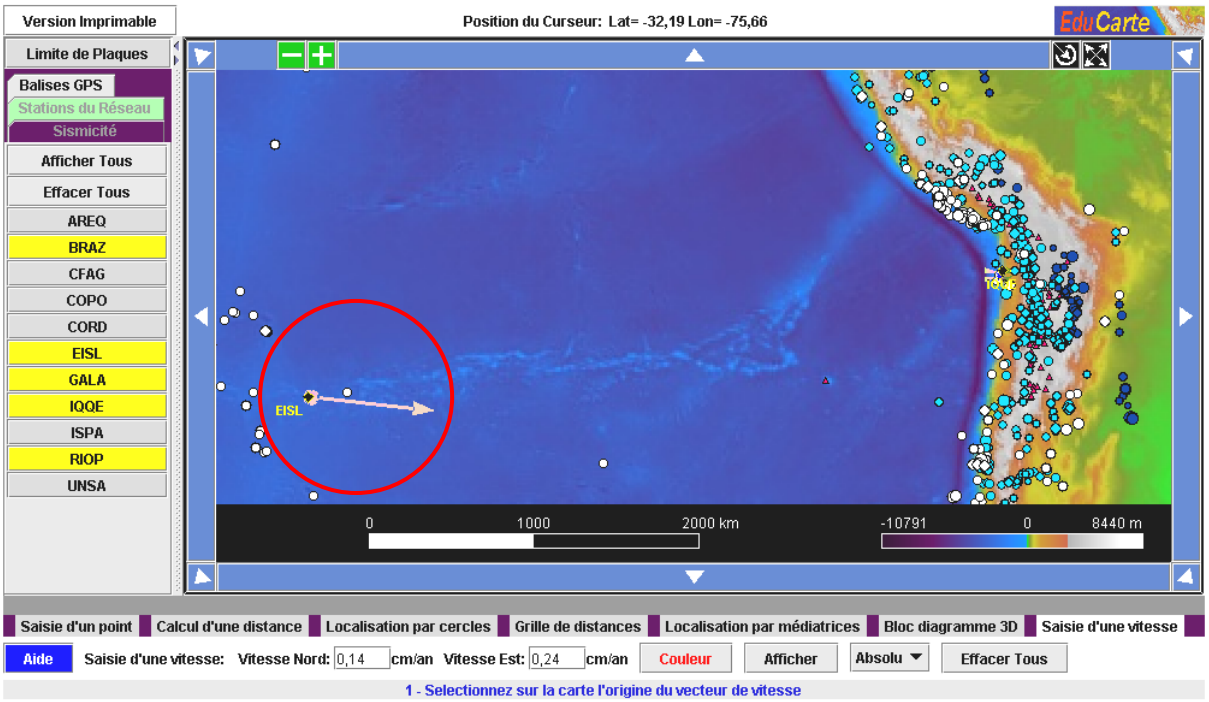
→ Avec l'outil 'saisie d'une vitesse', reporter le résultat de vos calculs. Le mouvement des balises par rapport au géoide de référence s'affiche (option 'absolu')..

→ Vous pouvez afficher le mouvement relatif des balises l'une par rapport à l'autre toujours dans l'outil 'saisie d'une vitesse', option 'relatif'



données de la balise EISL située dans le Pacifique Sud

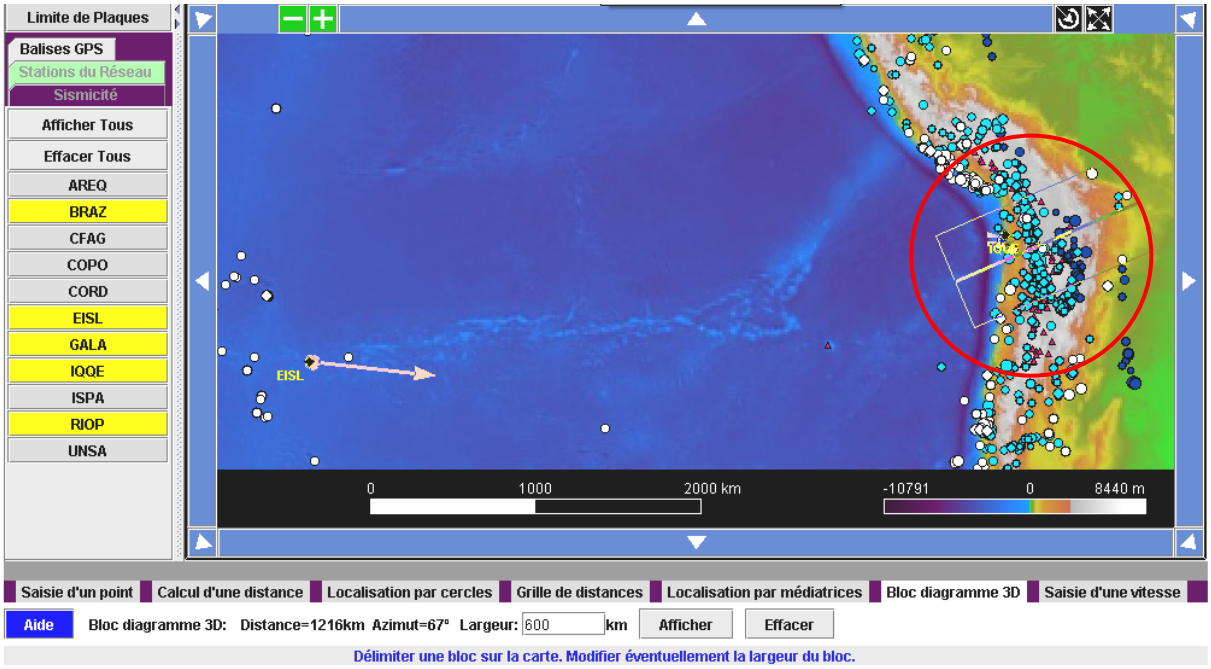
. En comparant des balises, on met en évidence diverses sortes de frontières de plaques, divergence, convergence ..



. En utilisant le bloc diagramme, vous pouvez visualiser en 3D, la localisation des foyers sismiques, les édifices volcaniques, du mouvement des balises et du relief.

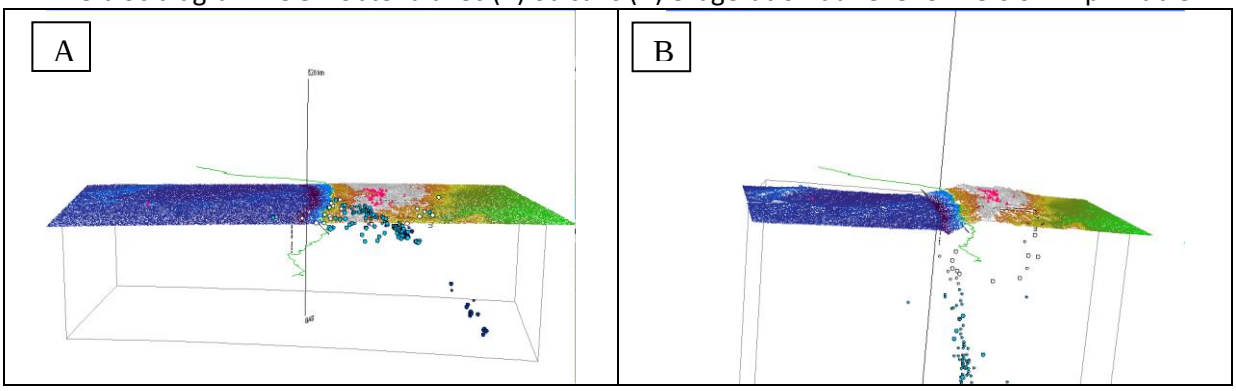
→ Il faut délimiter avec 'bloc diagramme' une fenêtre de la zone d'étude, régler la largeur de la fenêtre, puis afficher.

Délimitation de la fenêtre



. Le bloc diagramme 3D peut être visualisé sous plusieurs angles, avec ou sans le relief.

Le bloc diagramme 3D obtenu avec (B) ou sans (A) exagération du relief en version imprimable



Notes :

……

……

……

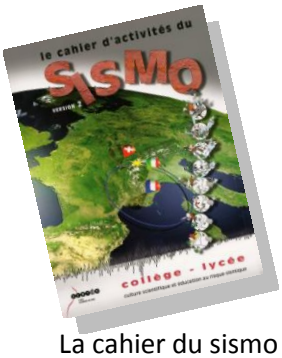
……

……

……

Face au risque sismique

>> Objectifs :
Mettre en évidence à travers différentes modélisations et maquettes des notions telles que l'effet de site, la vulnérabilité des bâtiments …



La cahier du sismo présente différentes activités :
sismo_résonance, sismo_bâtiment, sismo_site, sismo_table

Notes :

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……